

Elisa Karhumaa ja Taina Syrmä

Lievä aivovamma ja tasapaino

Eroaako lievän aivovamman saaneiden henkilöiden tasapaino kontrolliryhmän tasapainosta?

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

21.4.2015

Tekijät Otsikko	Elisa Karhumaa, Taina Syrmä Lievä aivovamma ja tasapaino. Eroaako lievän aivovamman saaneiden henkilöiden tasapaino kontrolliryhmän tasapainosta?
Sivumäärä Aika	27 sivua 21.4.2015
Tutkinto	fysioterapeutti (AMK)
Koulutusohjelma	fysioterapian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	fysioterapia
Ohjaajat	lehtori, tutkintovastaava Krista Lehtonen yliopettaja Anu Valtonen
<p>Aivovamman saa Suomessa vuosittain 15 000–20 000 henkilöä. Tapauksista lieviä on 10 500–18 000. Lievä aivovamma paranee usein spontaanisti muutaman viikon sisällä. Toisinaan oireet pitkittyvät ja heikentävät potilaan toimintakykyä. Tasapaino voi heiketä lievän aivovamman seurauksena. Erityisesti pystyasennon hallintaan osallistuva vestibulaariaisti voi vaurioitua aiheuttaen tasapaino-ongelmia tilanteissa, joissa huomio täytyy keskittää useampaan asiaan samanaikaisesti. Tasapainon mittaamista käytetäänkin yhtenä objektiivisena mittarina lievän aivovamman diagnosoinnissa ja paranemisprosessin arvioinnissa.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää onko lievän aivovamman saaneiden henkilöiden tasapainossa eroa kontrolliryhmään verrattuna. Vuonna 2012 Jorvissa tehtyyn tutkimukseen osallistuneista tutkittavista muodostettiin koeryhmä, joka koostui 26 henkilöstä, jotka olivat saaneet lievän aivovamman. He olivat iältään 18–74 -vuotiaita. Kontrolliryhmä muodostettiin 24 perusterveestä satunnaisesta vapaaehtoisesta henkilöstä, jotka olivat iältään 24–68 -vuotiaita. Kummallekin ryhmälle tehtiin voimalevyn avulla kehon huojuntaa mittaavat testit, joissa testattavat seisoivat jalat yhdessä sekä kovalla että pehmeällä alustalla, silmät auki ja kiinni. Koeryhmän mittaukset tehtiin noin kolmen vuorokauden sisällä vamman saamisesta. Huomiota kiinnitettiin huojunnan pituuteen, pinta-alaan, keskinopeuteen ja keskinopeuden hajontaan.</p> <p>Ryhmiä tulokset erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ainoastaan huojunnan pinta-alan osalta testissä, joka suoritettiin silmät auki, pehmeällä alustalla ja jalat yhdessä ($p=.010$).</p> <p>Tulevaisuudessa tulisi keskittyä tutkimaan tarkemmin lievän aivovamman saaneita yksilöitä eikä niinkään vertailemaan ryhmätasolla lievän aivovamman saaneita terveisiin kontrolliryhmäläisiin.</p>	
Avainsanat	lievä aivovamma, aivotärähdys, tasapaino, voimalevy, vestibulaariaisti

Authors Title	Elisa Karhumaa, Taina Syrmä Mild Traumatic Brain Injury and Balance. Is there a Difference in Balance between the Test Group with Mild Traumatic Brain Injury and the Control Group?
Number of Pages Date	27 pages Spring 2015
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation option	Physiotherapy
Instructors	Krista Lehtonen, Senior Lecturer Anu Valtonen, Principal Lecturer
<p>In Finland there are 15 000 – 20 000 brain injuries occurring annually, and 10 500 - 18 000 of these cases are mild ones. Mild traumatic brain injury (mTBI) heals spontaneously within a couple of weeks. Sometimes patient's performance is impaired by prolonged symptoms. Patient's balance might be affected by mTBI. Often the vestibular system – one of the senses controlling balance – is being damaged. Thus balance is used as an objective measurement when diagnosing mTBI and when evaluating the healing process.</p> <p>The main objective in this thesis was to find out whether the balance of the test group with mTBI is different to the control group. The test group consisted of 26 persons with mTBI. They were 18 – 74 years of age and attended research conducted in Jorvi hospital in 2012. The control group consisted of 24 healthy voluntary persons between 24 – 68 years of age. Body sway measurements to both groups were carried out using a force plate. In the conducted tests, test subjects were standing feet side by side on a firm and a soft platform with eyes open and closed. The tests were carried out approximately within three days after trauma. Length, surface area, average speed and the dispersion of average speed were considered when studying body sway.</p> <p>As a result, the surface area of body sway was the only statistically significant difference between the two test groups in the test, that was conducted eyes open, on a soft platform and feet side by side ($p=.010$).</p> <p>It was discovered that it should be more beneficial to investigate mild brain traumatic brain injury patients as individuals instead of comparing group differences.</p>	
Keywords	mild traumatic brain injury (mTBI), balance, force plate, vestibular system

Kiitokset

Haluamme kiittää Matti Vartiaista mahdollisuudesta käyttää testiaineistoa työssämme sekä kannustavasta ohjauksesta, pitkäjänteisyydestä ja asiantuntijuutensa jakamisesta. Haluamme myös kiittää ohjaajiamme Anu Valtosta ja Krista Lehtosta rakentavasta palautteesta ja kannustuksesta. Erityiskiitokset läheisille, jotka ovat meitä ymmärtäneet ja auttaneet tämän prosessin aikana.

Helsingissä 21.4.2015

Elisa Karhumaa ja Taina Syrmä

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Aivovamma	2
2.1	Aivovammojen luokittelu	2
2.2	Lievä aivovamma	3
2.3	Lievän aivovamman oireet	5
3	Pystyasennon hallinta lievän aivovamman jälkeen	7
3.1	Tasapainon hallinta	8
3.2	Motorinen kontrolli tasapainon hallinnassa	10
3.3	Huojunta	11
3.4	Lievän aivovamman vaikutus tasapainoon	12
4	Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymys	14
5	Aineisto ja menetelmät	15
5.1	Tutkittavat	15
5.2	Mittausmenetelmät	17
5.3	Analyysimenetelmät	18
6	Tulokset	19
7	Pohdinta	21
	Lähteet	25

1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe on monessa suhteessa ajankohtainen. Mediassa on viimeaikoina keskusteltu esimerkiksi jääkiekossa tapahtuneista loukkaantumisista ja näiden aiheuttamista lievistä aivovammoista, joita kutsutaan kansankielellä aivotärähdyksiksi. Myös vuonna 2014 MM jalkapallo-otteluissa Brasiliassa nousivat keskusteluun aivovammat, sillä peleissä tapahtui muutamia tilanteita, joissa pelaaja sai kovan iskun päähänsä. Lievät aivovammat koskettavat myös normaaliväestöä. Lievän aivovamman riskitekijöitä ovat 16–25 vuoden tai yli 70 vuoden ikä, miessukupuoli, päihtymys, riskinottoon taipuva persoonallisuus, ilman kypärää pyöräily, autoilu ilman turvavyötä tai ylinopeutta ajaen. Tiedyt urheilulajit kuuluvat myös riskiryhmään, kuten nyrkkeily, laskettelu sekä moottoriurheilu. (Saarelma 2014).

Kaikista hoidetuista aivovammoista lieviä arvioidaan olevan noin 70–90 % (Cancelliere ym. 2014: 202). Suomessa aivovammoja diagnosoidaan vuosittain noin 15 000–20 000 (Saarelma 2014) eli lieviä aivovammoja tapahtunee Suomessa vuositasolla 10 500–18 000. Noin 85 % lievän aivovamman saaneista toipuu hyvin muutamassa viikossa ja palaa työelämään, mutta osalla eli noin 5–15 % ilmenee vielä vuosienkin kuluttua muun muassa keskittymisvaikeuksia, unettomuutta, huimausta ja tasapaino-ongelmia, mikä haittaa työntekoa ja normaalielämää (Cancelliere ym. 2014: 202; Saarelma 2014).

Pystyasennon hallintaan – tasapainoon – vaikuttaa yksilön suhde toimintaan (engl. task) ja ympäristöön (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 161). Tiedetään, että lievän aivovamman seurauksena tasapaino saattaa heiketä (Gurley – Hujsak – Kelly 2013: 519; Guskiewicz 2003: 26; Guskiewicz – Register-Mihalik 2011: 447). Suomessa onkin suosituksena, että tasapainon testausta käytetään yhtenä välineenä lievän aivovamman tunnistamisessa ja kokonaistilanteen arvioimisessa (Luoto ym. 2014: 1058). Lääkärilehden vuoden 2014 katsauksen ohjeistuksen mukaan lievää aivovammaa epäiltäessä on pelaaminen keskeytettävä välittömästi.

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella lievän aivovamman vaikutusta tasapainoon pystyasennossa ja selvittää, eroaako tasapaino lievän aivovamman saaneilla koeryhmäläisillä 1–5 vuorokauden sisällä tapaturmasta verrattuna kontrolliryhmään.

2 Aivovamma

Aivovammalla tarkoitetaan päähän kohdistunutta iskua tai liike-energiaa, jonka lisäksi potilaalla on ainakin jokin seuraavista: tajunnanmenetys, muistinmenetys välittömästi traumaa edeltävältä tai trauman jälkeiseltä ajalta, henkisen toimintakyvyn muutos vamman yhteydessä tai aivovaurioita osoittava pysyvä tai ohimenevä neurologinen löydös. Ulkoisen iskun lisäksi aivovamman diagnosointiin riittää myös kuvantamalla todettava vammamuutos. (Jagnoor – Cameron 2014: 759; Saarelma 2014.)

2.1 Aivovammojen luokittelu

Aivovamman luokittelu voi perustua vammamekanismiin, kudოსvaurion luonteeseen tai vamman vaikeusasteeseen. Aivovamma tulisikin ymmärtää sateenvarjokäsitteenä, jonka alla on lähes loputon kirjo erilaisia vaurioita riippuen siitä, missä vaurio tai vauriot sijaitsevat, kuinka laajoja ne ovat, mikä on vammamekanismi, kuinka vakava vaurio on kyseessä jne. Aivovammojen tarkka luokittelu on kuitenkin hankalaa, sillä vammat ovat vaikeasti rajattavia jatkumolta, joissa ei ole tiettyjä (määriteltävissä olevia) rajakohtia. (Jagnoor – Cameron 2014: 759–761; Lindstam 2012: 44–47; Saarelma 2014.)

Primäärivammat eli ensisijaiset vammat tarkoittavat kudოსvaurioita, jotka aiheutuvat suoraan kalloon tai aivoihin kohdistuvasta ulkoisesta energiasta. Tällainen vamma voi olla esimerkiksi aivoruhje tai aivokudoksessa tapahtuva diffuusi aksonivaurio, DAI. Jälkimmäisessä on yleensä kyse viikkojen ja jopa kuukausien mittaisesta jatkuvasta tapahtumaketjusta. Sekundäärivammat eli toissijaiset vammat taas johtuvat joko primäärivammasta tai elimistön muiden mahdollisten vaurioiden seurauksena. Esimerkkinä tästä on kallon sisäinen paine tai turvotus. (Lindstam – Ylinen 2012: 44–47; Saarelma 2014.)

Aivovammoja voidaan luokitella myös vamman sijainnin suhteen; kyseessä voi olla paikallinen, määriteltävissä oleva vamma tai määrittämättömällä alueella oleva laaja-alainen, diffuusi vamma. (Lindstam – Ylinen 2012: 44–47; Saarelma 2008.)

Suorat vammat tarkoittavat suoran kontaktin kautta saatua vammaa, esimerkiksi pään kolahdettua lattiaan. Tällaiset vammat aiheuttavat usein paikallisia vaurioita aivoihin, jolloin vaurion paikka on riippuvainen iskun kohdasta ja energiasta. Epäsuorat vammat

tarkoittavat iskun voimasta epäsuorasti aivoihin kohdistunutta vammaa, esimerkkinä liikenneonnettomuudet. Tällaisissa tapauksissa nopeasti hidastuva ja usein myös kiertävä liike saa aivot liikkumaan kallon sisällä. Epäsuorat vammat aiheuttavat usein diffuuseja aivovaurioita, joissa vaikuttavina tekijöinä ovat myös vammaenergian hidastuvuuden nopeus ja suunta. Näitä luokittelutermejä käytetään kuitenkin melko vähän. (Lindstam – Ylinen 2012: 44–47; Saarelma 2014).

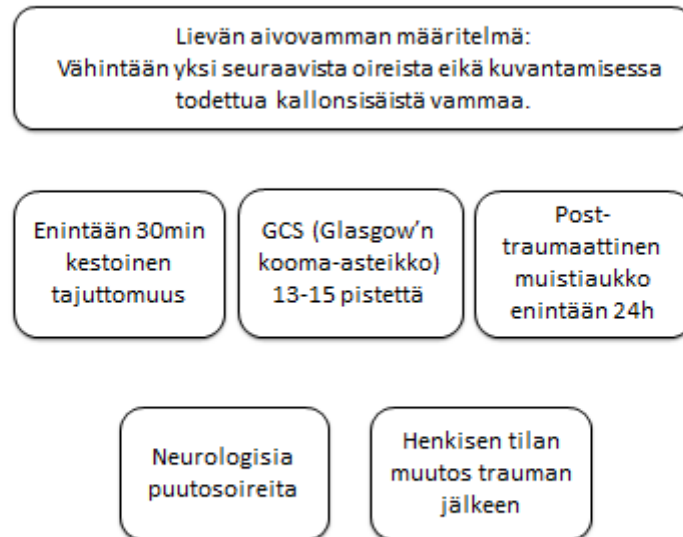
Avoimet vammat ovat vammoja, johon liittyy kallon murtuma ja kovakalvon rikkoutuminen. Sulkeiset vammat ovat vammoja ilman kallon avointa vauriota. Nämä vammat sulkevat toisensa pois. (Lindstam – Ylinen 2012: 44–47; Saarelma 2014.)

Aivovammojen vaikeusastetta määritellään vamman alkuvaiheen perusteella. Tämä perustuu tajunnan tason, sekä traumasta aiheutuneen muistiaukon keston määrittämiseen. Tajunnan tason mittaamisessa käytetään lähes kaikkialla maailmassa Glasgow'n kooma-asteikkoa (Glasgow Coma Scale, GCS). Se on kansainvälisesti käytetyin mittari, jolla havainnoidaan potilaan silmien liikettä, motorista vastetta ja puheentuottoa. Nämä osa-alueet pisteytetään ja pisteitä voi saada 3–15. Potilaan saadessa viisitoista pistettä, on hänen tajunnan tasonsa normaali. Vammasta johtuvan muistiaukon keston mukaan vamman vaikeusastetta luokitellaan sen perusteella, kuinka pitkä yhtäjaksoinen muistiaukko potilaalla on. Tässä on kuitenkin hankaluutena määritellä tarkasti puuttuvan muistijäljen pituus. Vaikeusasteen mukaan luokittelu ei siis ole kovin tarkka periaate, koska sekä tajunnan taso, että muistiaukko ovat käsitteitä, joita ei vielä tarpeeksi ymmärretä ja niitä voivat aiheuttaa muutkin asiat, kuin itse aivovaurio. Vamman alkutilanteen vaikeusaste ei myöskään automaattisesti kuvaa vamman jälkitilan vaikeusastetta. (Lindstam – Ylinen 2012: 44–47; Saarelma 2014.)

2.2 Lievä aivovamma

Puhekielessä lievästä aivovammasta käytetään usein termiä aivotärähdys. Aivotärähdys määritelmänä sisältyy lievään aivovammaan sen erittäin lievänä muotona. Tässä työssä käytetään käsitettä lievä aivovamma, koska aivotärähdyksen luokittelussa varsinkin kansainvälisesti on useita määritelmiä ja käsitettä käytetään toisinaan harhaanjohtavasti. (McCrory ym. 2012: 1–2.) Lievälle aivovammalle on Suomessa selkeät määritelmät. Lievä aivovamma luokitellaan kansainvälisessä ICD-10 luokituksessa koodilla SO6,0 (Aivovammat 2008).

Suomessa lievän aivovamman määrittelyyn käytetyt kriteerit määritellään Käypä hoito-suosituksessa (ks. kuvio 1) (Aivovammat 2008; Lindstam – Ylinen 2012: 20-21).



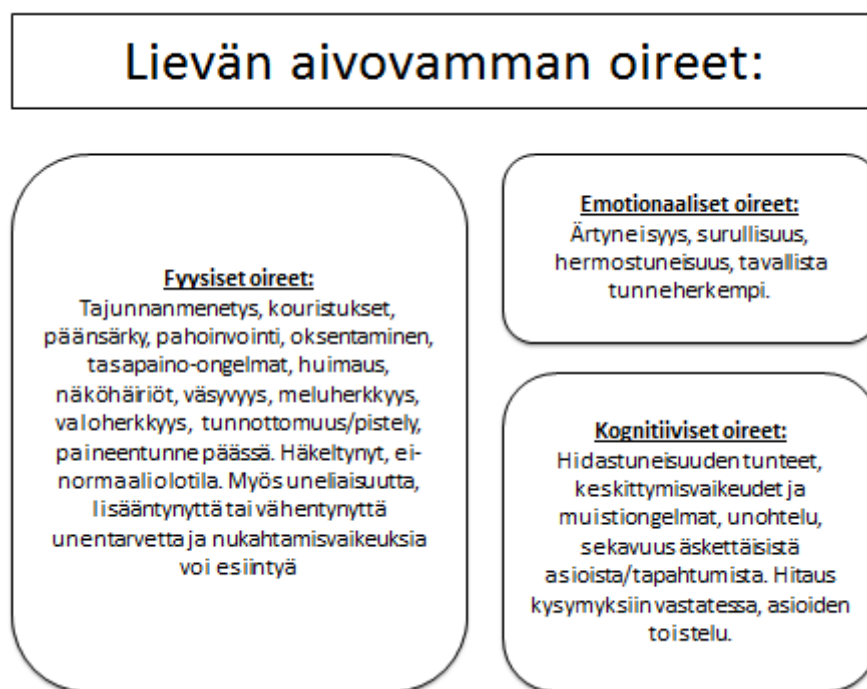
Kuvio 1. Suomessa lievä aivovamma määritellään näillä Käypä hoito -suosituksissakin kirjatulla kriteereillä (Aivovammat 2008).

Lievä aivovamma on suoran tai epäsuoran ulkoisen voiman aiheuttama aivotoiminnan häiriö, joka on luonteeltaan enemmän toiminnallinen kuin rakenteellinen (Gao 2011: 1; Luoto ym. 2014: 1055). Oireet ovat ohimeneviä ja parantuvat usein itsestään, mutta joskus potilaalle jää pitkittyneitä oireita. (Cancelliere ym. 2013: 202; Käypä hoito; Lindstam – Ylinen 2012: 20–21). Aikuisilla oireet häviävät suurimmalla osalla (80–90%) noin 7–10 päivässä, lapsilla ja nuorilla parantuminen saattaa kestää hieman pidempään (McCrory ym. 2012: 2).

Lievän aivovamman diagnosoimista hankaloittavat selkeiden ja tunnusmerkillisten oireiden puuttuminen. Oireet ovatkin todettavissa henkilön fyysistä ja kognitiivista toimintaa arvioitaessa. Yleisesti oletetaan, että DAI on lievän aivovamman keskeisin aiheuttaja, mutta kuvantamalla ei vielä pystytä havaitsemaan sen aiheuttamia aivojen sisäisiä muutoksia, sillä nyky menetelmillä erotuskyky on liian heikko. (Aivovammat 2008; Guskiewicz 2001: 182; Lindstam – Ylinen 2012: 20-21; McCrory ym. 2012: 2.)

2.3 Lievän aivovamman oireet

Ainakin joka toisella aivovammapotilaalla on jossain vaiheessa neuropsykologisia oireita. Tällä tarkoitetaan neurologisia, kognitiivisia ja psykologisia oireita, jotka liittyvät toisiinsa. Käyttäytymisongelmat ja psyykkiset oireet ovat keskeinen osa aivovamman jälkeistä oireyhtymää ja niiden huomioiminen on edellytys sille, että vamman kuntoutuminen onnistuu. Tärkein psyykkinen oire on masennus, josta kärsii 30–40% aivovammapotilaista. (Lindstam – Ylinen 2012: 64–65.) Lievä aivovamma saattaa aiheuttaa kuviossa 2 lueteltuja oireita.



Kuvio 2. Mahdollisia lievän aivovamman oireita (Guskiewicz – Register-Mihalik 2011: 447; Luoto ym. 2014: 1058; McCrory ym. 2012: 2).

Joillakin henkilöillä oireet saattavat pitkittyä, tavallisimpia oireita ovat tällöin päänsärky, väsyvyys, huimaus, sekä kognitiiviset ongelmat. Psykososiaaliset tekijät vammaa edeltävältä ajalta saattavat vaikuttaa oireiden pitkittymiseen itse fyysisen vamman lisäksi. (Lindstam – Ylinen 2012: 23–24.) Amerikan kuntouttavan lääketieteen kongressin kirjallisuuskatsauksessa vuodelta 2014 käy ilmi, että pitkittyneistä, yli vuoden kestäneistä oireista kärsivillä ihmisillä joka toisella oli enemmän kuin kolme oiretta, useimmin määritettävien joukossa unihäiriöt, väsyvyys, unohteluvaikeus, huimaus ja niska-, sekä alasel-

käivut. Erityisesti alempi koulutustaso ja yli 50 -vuoden ikä, sekä masennukseen taipuvaisuus lisäävät riskiä oireiden pitkittymiselle. (Cassidy ym. 2014: 143.)

3 Pystyasennon hallinta lievän aivovamman jälkeen

Ihmisen oletetaan liikkuneen täysin pystyasennossa viimeiset 1,5 miljoonaa vuotta. Pystyasento on siis suhteellisen uusi asia ihmisen n. 65 miljoonan vuoden evoluutio-prosessissa, joka on oletettavasti vielä kesken. Tähän viittaavat esimerkiksi selkäkivut. (Kauranen 2011: 180–182.)

Tasapaino määritellään kyvyksi kontrolloida kehon massakeskipistettä tukipinnan suhteen, lihasvoiman ja sensorisen informaation avulla (Carr – Shepherd 2000: 47; Kauranen 2011: 180; Shumway-Cook – Woollacott 2012: 162). Kehon massakeskipiste (engl. centre of mass, COM) on kuviteltu piste, johon koko kehon massan ajatellaan olevan keskittynyt. Jos kehoa tuetaan tästä pisteestä, se pysyy pystyssä. Suorana seisnessä COM:n paikka sijaitsee keskimäärin L2–S2 välillä, riippuen kehon mittasuhteista. (Kauranen 2011: 180–182.)

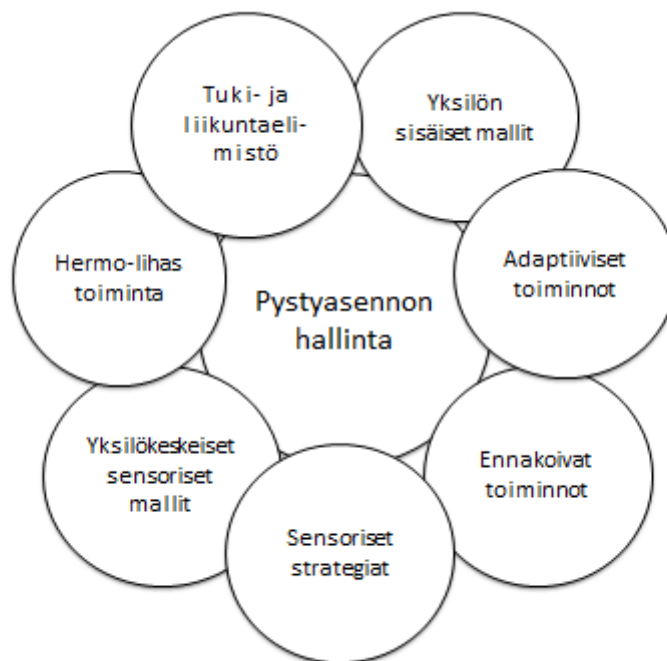
Tukipinta määritellään alueeksi, joka on kosketuksissa kehon kanssa (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 162). Mekaanisesti ajateltuna ihminen pysyy pystyssä, kun kehon COM osuu tukipinnan sisäpuolelle, mutta lihasvoiman avulla voidaan ainakin hetkellisesti säilyttää tasapaino, vaikka massakeskipiste siirtyy tukipinnan ulkopuolelle. Mitä suurempi kehon tukipinta-ala on, sitä helpompi tasapainoa on ylläpitää. Hyvä tasapaino edellyttää riittävää tukipintaa. (Kauranen 2011: 180–182.) Optimaalinen pystyasento – kehon massakeskipisteen pitäminen mahdollisimman lähellä tukipinnan keskikohtaa – kuluttaa vähän energiaa ja vaatii vain vähän lihasvoimaa. Tällöin paino on tasaisesti jakautunut molemmille jaloille, jotka ovat lantion levyisessä haara-asennossa. Ylävartalo ja pää ovat suorassa linjassa ja kädet rentoina. (Kauranen 2011: 180–182.)

Tasapainon säilyttämisessä ihminen voi käyttää nilkka-, tai lonkkastrategiaa. Lisäksi voidaan ottaa korjaava askel tai alentaa painopistettä. (Kauranen 2011: 184; Shumway-Cook – Woollacott 2012: 172–174.) Erityisesti eteen- ja taaksepäin suuntautuviissa korjauksissa tukipinta-alan ollessa laaja ja kiinteä käytetään nilkkastrategiaa; ihminen korjaa horjuvaa tasapainoaan nilkkanivelissä tapahtuvan liikkeen avulla. (Kauranen 2011: 183; Shumway-Cook – Woollacott 2012: 173–173.) Lonkkastrategiassa vastavasti korjaava liike tapahtuu lonkissa, ja usein tätä strategiaa käytetään epävakaalla alustalla ja tukipinnan ollessa pieni (Kauranen 2011: 185; Shumway-Cook - Woollacott 2012: 173). Painopisteen alentamisella asento tulee tukevammaksi, sillä asennon horjuttamiseen vaaditaan tällöin suurempaa voimaa. Viimeisenä korjaavana liikkeenä on

usein askeleen ottaminen, joka siirtää tukipinta-alaa kehon painopisteen alle. (Kauranen 2011: 185; Shumway-Cook – Woollacott 2012: 173–174.)

3.1 Tasapainon hallinta

Keskeisiä tasapainon hallintaan vaikuttavia osatekijöitä ovat konseptuaalisen mallin mukaan yksilön sisäiset mallit, adaptiiviset toiminnot, ennakoivat toiminnot, sensoriset strategiat, yksilökeskeiset sensoriset mallit, hermo–lihas-synergiat sekä tuki- ja liikuntaelimistö (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 165)



Kuvio 3. Pystyasennon hallintaan liittyvät keskeiset tekijät (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 165).

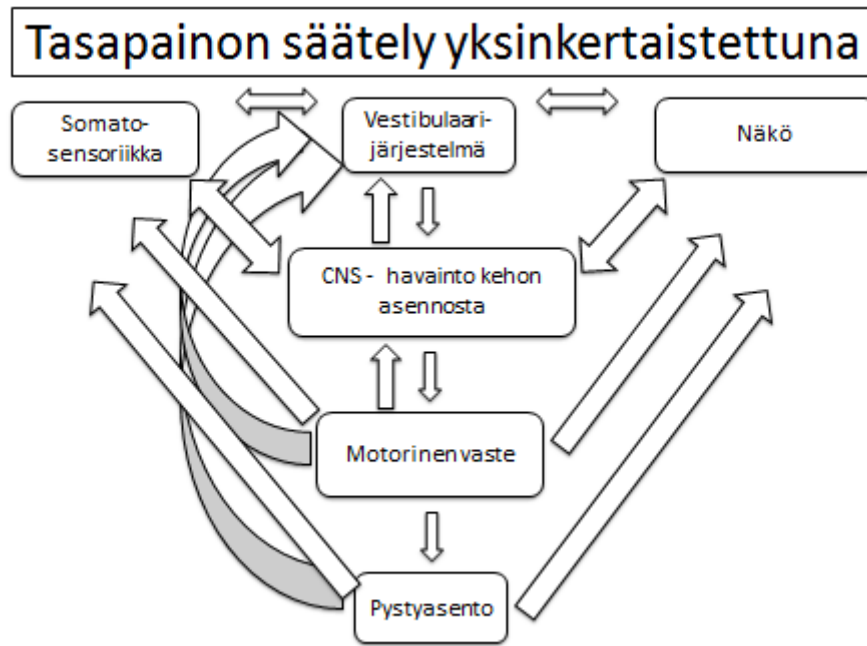
Korkeammat kognitiiviset alueet vastaavat ennakoivista (engl. anticipatory) tasapainon hallintaan vaikuttavista tekijöistä, jotka yksilön oppimiseen perustuen muuntavat sensorista ja motorista informaatiota suhteessa pystyasennon ylläpidon vaatimukseen (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 165–166).

Tasapainon hallintaan tarvitaan monimutkaista tuki- ja liikuntaelimistön sekä hermoston yhteistoimintaa (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 165). Esimerkiksi nivelten liikera-

dat, selkärangan liikkuvuus, lihasten ominaisuudet ja kehon eri segmenttien biomekaaniset suhteet vaikuttavat tasapainon hallintaan. Hallintaan vaikuttavat myös motoriset prosessit, jotka säätelevät kehon lihasten yhteistoimintaa. Sensorisen hermoston kautta tuleva informaatio on keskeistä tasapainon hallinnassa.

Tasapainon kannalta tärkeimmät sensoriset aistit ovat visuaalinen informaatio, eli näköaisti, somatosensoriikka, sekä vestibulaariaisti. Näköaisti tuo tietoa pään asennosta ja liikkeestä suhteessa ympäristöön. (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 180.) Näköaistin kautta välittyvällä horisonttiviivalla on keskeinen merkitys tasapainon kontrolloinnissa ja hallinnassa. (Kauranen 2011: 156–157.) Somatosensoriikka välittää keskushermostolle tietoa kehon eri osien suhteesta toisiinsa. Lisäksi välittyy tietoa kehon asennoista ja liikkeestä suhteessa tukipintaan, kun seistään tasaisella, vaakatasossa olevalla alustalla. Jos alusta on kallistunut tai liikkuu, tämä aisti ei pysty määrittelemään kehon asentoa suhteessa tilaan. Vestibulaariaistin avulla välittyy tietoa pään asennosta ja liikkeestä suhteessa painovoimaan ja kiihtyvyyteen. (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 181.) Tämän aistin avulla katse kohdistetaan kiintopisteeseen pään ja vartalon liikkeessa (Guskiewicz 2001: 183).

Näiden kolmen aistin perusteella määritellään liikekäskyjä kehon lihaksille tasapainon ylläpitämiseksi (Guskiewicz 2001: 182). Sensorisia ja motorisia järjestelmiä ylläpitää ja säätelee keskushermosto (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 165). Sekä ihmisen sisäinen tila, että ympäristössä tapahtuvat muutokset ovat kokoajan vaikuttamassa tasapainonsäätelyyn keskushermoston kautta (Carr – Shepherd 2000: 47).



Kuvio 4. Tasapainon säätelymekanismi (Shumway-Cook – Woollacott 2012: 165 - 166, 180–181).

Lihasten ja lihasryhmien täytyy pystyä myös tuottamaan riittävästi voimaa tuottaakseen liikettä riippumatta siitä onko liike suunniteltua vai tapahtuuko se reaktiona odottamattomaan häiriöön, esimerkiksi kun tasapainoa korjataan ottamalla askel sivulle. Voiman täytyy olla oikein ajoitettu ja mitoitettu. Lihasten tulee myös kyetä pidentymään tarvittaessa. (Carr – Shepherd 2000: 42.)

3.2 Motorinen kontrolli tasapainon hallinnassa

Motorinen kontrolli on hierarkkinen prosessi, jossa ylemmät aivoalueet käskyttävät alempia. Korkeimmalla tasolla säätelyä ohjaa otsalohko, alimpana taas heijasteet. Liikekäsky lähtee primääriseltä motoriselta aivokuorelta pyramidirataa pitkin selkäytimessä kohti lihasta, jossa liikkeeseen yhdistyy osittain käskyn alle peittyviä automaattisia heijasteita. Pikkuaiivot kontrolloivat liikettä ja tarvittaessa muuttavat sitä ekstrapyramidiradan hermoyhteyksien kautta. (Kauranen 2011: 119.)

Liikkeen tuottaminen voi olla tiedostettua tai tiedostamatonta ja yleensä liikkeeseen yhdistyy näitä molempia. Liikkeen nopeudesta riippuu, kontrolloidaanko liikettä suljetun

vai avoimen ketjun kautta. Hitaammissa suljetun ketjun liikkeissä aivot ehtivät säädellä suoritettavaa liikettä lähes reaaliajassa erilaisten palautejärjestelmien avulla. Näitä ovat mm. näkö- ja tuntoaisti. Lisäksi ulkoinen, esimerkiksi terapeutin antama palaute, ohjaa liikesuoritusta. (Kauranen 2011: 135.) Avoimen ketjun nopeissa liikkeissä hermosto ei ehdi reagoida tarpeeksi nopeasti palautejärjestelmän lähettämiin viesteihin, vaan liike suoritetaan loppuun asti ennalta suunniteltujen motoristen mallien avulla (Kauranen 2011: 137).

Suurin osa tasapainon ylläpitoon liittyvästä sensorisesta informaatiosta on tiedostamaton ja ohjautuu pikkuaivoihin. Tasapainon säätelyyn liittyvät liikkeet ovat siis pääasiassa ”taustalla” tapahtuvia liikkeitä. Jos tasapainon ylläpitämiseen keskitytään tietoisesti, sensorinen tieto kulkee primääriselle motoriselle aivokuorelle, josta lähtee liikekäsky lihakselle. (Kauranen 2011: 178.)

3.3 Huojunta

Optimaalinenkin seisoma-asento vaatii jatkuvaa lihastyötä, erityisesti alaraajojen ja vartalon lihaksissa (Kauranen 2011: 182). Lihastyötä vaaditaan kehon massan kantamiseen, kehon eri segmenttien hallintaan suhteessa toisiinsa sekä kehon linjauksen hallintaan suhteessa ympäristöön (Carr – Shepherd 2000: 47).

Näennäisesti hiljaa paikallaan seistessä tapahtuu kokoajan hienoista huojuntaa (engl. body sway), jonka tarkoituksena on pitää keho mahdollisimman suorassa. Ihminen hyödyntää tässä lihastonusta. Lihastonus on lihaksen sisäinen jänitys, jota ihminen pitää yllä tiedostamatta. Tonus muodostuu useista tekijöistä ja esimerkiksi jalkapohjien kautta tulevalla sensorisella informaatiolla on merkitystä tonuksen säätelyssä, samoin silmien kautta tulevalla visuaalisella informaatiolla sekä korvien kaarikäytävistä tulevalla vestibulaarisella informaatiolla. (Kauranen 2011: 182-183.) Heijasteilla on myös tärkeä rooli pystyasennon ylläpitämisessä. Vartalon lihaksissa tapahtuu seistessä kokoajan pieniä lihasvenytyksiä. Nämä venytykset aktivoivat heijastekaaria, pitäen näin yllä sopivaa lihasjänteyttä vartalon lihaksissa, jolloin pystyasennon hallinta on mahdollista. (Kauranen 2011: 148.)

3.4 Lievän aivovamman vaikutus tasapainoon

Keskivaikea ja vaikea aivovamma, voivat aiheuttaa tasapaino-ongelmia. Jonkinlaista pitkittynyttä huimaamista esiintyy aivovamman jälkeen jopa yli puolella potilaista (Lindstam – Ylinen 2012: 58). Usein potilaalla voi ilmetä myös pyörryttämistä, tinnitusta tai näkökentän sumenemista. Tutkijat olettavat, että aivovamman seurauksena tasapainoa ylläpitävän sensorisen palautteen toiminta vaurioituu. (Guskiewicz 2003: 26).

Myös lievän aivovamman jälkitilana esiintyy yleisesti tasapainohäiriöitä ja huimausta. Nykykäsityksen mukaan lievässä aivovammassa visuaalisen, somatosensorisen ja vestibulaarisen informaation normaalisti tasapainoa ylläpitävä yhteys häiriintyy (Gurley ym. 2013: 523; Guskiewicz 2001: 184; Guskiewicz 2003: 26). Eräässä tutkimuksessa havaittiin, että 31 %:lla lievän aivovamman saaneista henkilöistä ilmeni tasapaino-ongelmia. Vammasta oli mittaushetkellä kulunut enintään 72 tuntia. (Guskiewicz - Register-Mihalik 2011: 447.)

Kun tasapaino heikkenee lievän aivovamman jälkeen, voi syy olla vestibulaarijärjestelmän häiriössä (Gurley ym. 2013: 521–522). Lievän aivovamman vaikutusta pystyasennon hallintaan voidaan testata tasapainomittauksilla, joissa joko visuaalisen, somatosensorisen tai vestibulaarisen aistin kautta saatavaa informaatiota muutetaan (Guskiewicz 2003: 26). Vestibulaarijärjestelmän häiriöön voi viitata se, kun testattavan henkilön huojunta lisääntyy merkittävästi tilanteessa, jossa visuaalista informaatiota muutetaan henkilön pitäessä silmät kiinni tai vääristynyttä visuaalista informaatiota antava ”kypärä” päässään. Huojunnan lisääntyminen viittaa siihen, että henkilö luottaa liikaa näköaistiinsa tasapainon hallinnassa. Jos huojunta lisääntyy, kun tukipinnan kautta saatavaa somatosensorista informaatiota muutetaan pehmeän tai kallistetun alustan avulla, voidaan ajatella, että henkilön vestibulaarijärjestelmä ja näköaisti eivät tarjoa tarpeeksi informaatiota tasapainon hallintaan (Guskiewicz 2003: 26–27; Horak – Wrisley – Frank 2009: 486–487).

Lievän aivovamman saaneella potilaalla voi esimerkiksi tulla ongelmia pystyasennon ylläpitämisessä, kun hän liikkuu suhteellisen rauhallisesta, virikkeettömästä tilasta paikkaan, jossa on paljon visuaalista ärsykettä. Potilas saattaa myös tervettä henkilöä herkemmin turvautua tasapainon ylläpitämiseksi askel- ja lonkkastrategiaan jo hyvin pienestä tasapainon horjahduksesta. (Gurley ym. 2013: 524.) Lievän aivovamman aiheuttamalle vestibulaarijärjestelmän häiriölle on kaksi mahdollista syytä: perifeeriset

reseptorit voivat vaurioitua ja tuottaa vääristynyttä informaatiota tai vestibulaarista, visuaalista ja somatosensorista informaatiota käsittelevät aivokeskukset saattavat olla vahingoittuneet. Oletetaan, että useat sentraalisen ja perifeerisen järjestelmien häiriöt ovat syynä tasapaino-ongelmiin lievän aivovamman jälkeen. (Guskiewicz 2003: 27.) Myös keskittymisvaikeudet, joita lievä aivovamma usein aiheuttaa, saattavat vaikuttaa tasapainon ylläpitoon häiritsevästi (Guskiewicz 2003: 27).

4 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymys

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella eroaako lievän aivovamman saaneiden henkilöiden tasapaino kontrolliryhmän tasapainosta. Jatkossa käytetään termejä koe- ja kontrolliryhmä. Koeryhmä koostui henkilöistä, jotka olivat saaneet lievän aivovamman ja heille tehtiin tasapainomittaus 1–5 vuorokauden sisällä vamman saamisesta. Kontrolliryhmä muodostui perusterveistä satunnaisista vapaaehtoisista koehenkilöistä.

Tutkimuskysymys on: Eroaako lievän aivovamman saaneiden henkilöiden tasapaino 1–5 vuorokauden sisällä tapaturmasta verrattuna kontrolliryhmään?

5 Aineisto ja menetelmät

Tässä työssä käytetty aineisto on kerätty osana Jorvin sairaalassa vuonna 2012 toteutettua aivovammaprojektia, jonka tarkoituksena oli kehittää kliinis-neurofysiologisia menetelmiä lievien aivovammojen varhaisdiagnostiikan ja ennusteen arvioimiseen käyttämällä uusinta tutkimustietoon perustuvaa EEG- ja EPR- (event related potential, tapahtumapotentiaali) teknologiaa. EEG/ERP-tutkimuksessa päähän laitettiin elektrodimyssy, jolla rekisteröitiin aivojen sähköistä toimintaa ihon pinnalta levossa sekä erilaisten tehtävien aikana. Aivosähkötoiminnan mittaamisen lisäksi tehtiin tehtäväsarja, jolla kartoitettiin muistia ja toimintakykyä. Tasapainoa mitattiin tietokonepohjaista voimalevyä käyttäen, minkä tuloksia tarkastellaan tässä työssä.

Jorvin tutkimus noudatti hyvää eettistä ja tieteellistä käytäntöä. Tutkittavat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja heille annettiin kirjallinen tiedote tutkimuksen etenemisestä. Tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimus tehtiin Helsingin ja Uudenmaan Sairaanhoidopiirin (HUS) eettisen toimikunnan luvalla.

5.1 Tutkittavat

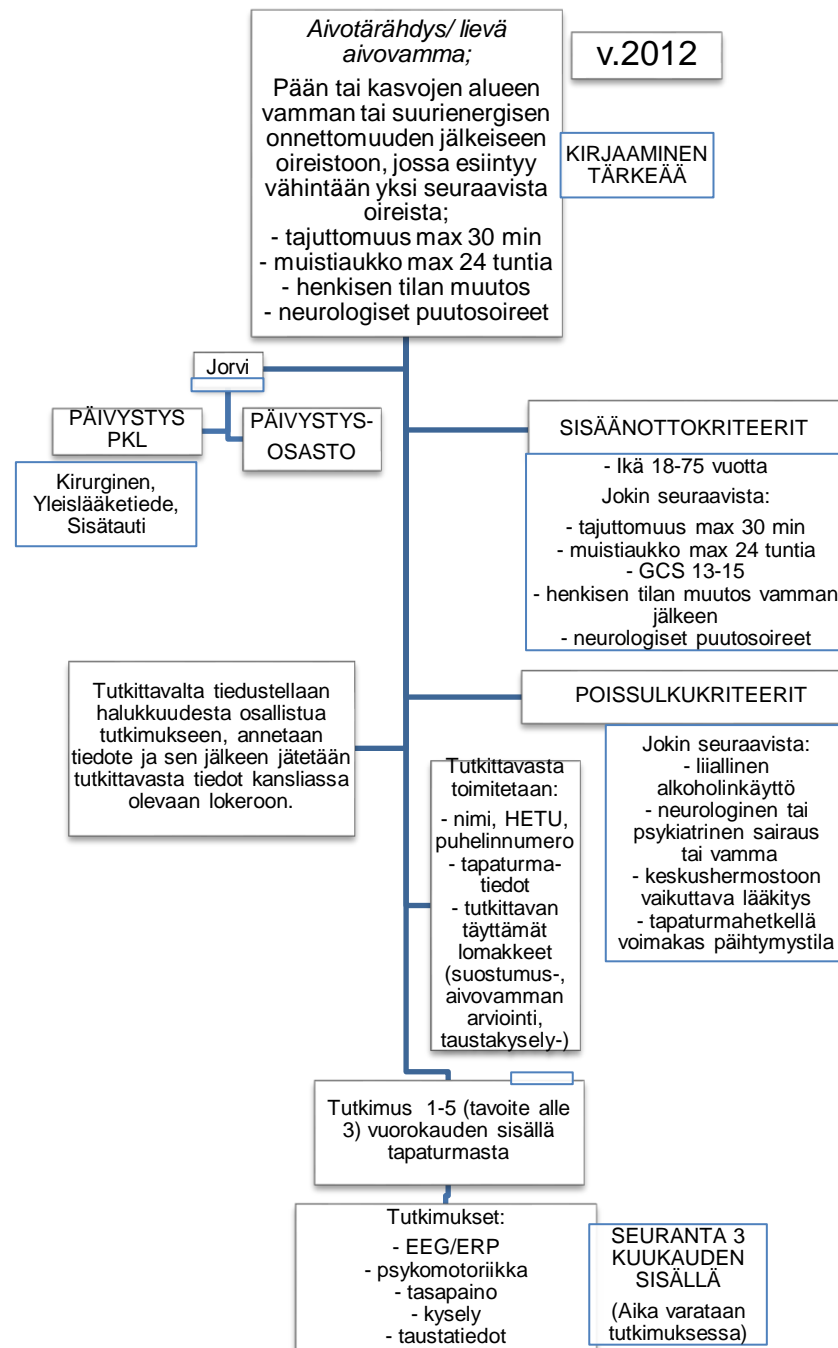
Tutkimusaineisto koostui koeryhmästä, joka muodostettiin Jorvin sairaalan ensiapuun hakeutuneista henkilöistä, jotka olivat saaneet iskun päähänsä ja joilla esiintyi lievään aivovammaan liittyviä oireita. Kontrolliryhmä muodostettiin perusterveistä satunnaisista vapaaehtoisista koehenkilöistä. Tutkimukseen osallistuneiden hyväksymis- ja poissulkukriteerit olivat määriteltynä Jorvissa noudatetussa protokollassa (ks. kuvio 5.)

Tutkimukseen osallistuvien tutkittavien hyväksymiskriteerit olivat:

- Ikä 18–75 vuotta
- Lievä aivovamma (aivotärähdys S06.0), jossa:
 - tajuttomuus enintään 30 min, GCS 13–15
 - muistiaukko enintään 24 h
 - henkisen tilan muutos vamman jälkeen
 - neurologiset puutosoireet
- Osallistuu tutkimukseen vapaaehtoisesti ja antaa kirjallisen suostumuksensa

Poissulkukriteerit olivat:

- Muu neurologinen tai psykiatrinen sairaus tai vamma
- Liiallinen säännöllinen alkoholin käyttö (miehet 24 annosta/viikko, naiset 16 annosta/viikko)
- Säännöllinen keskushermostolääkitys
- Tapaturmahetkellä huomattava päihtymistila, joka estää aivovamman erottelun



Kuvio 5. Tutkimusprotokolla, jota noudatettiin Jorvissa koeryhmän jäsenten valinnassa.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 55 henkilöä. Heistä 31 oli lievän aivovamman saaneita koeryhmään ja 24 tervettä kontrolliryhmään kuuluvaa. Viiden henkilön tasapainomittauksen tulokset puuttuivat osin tai kokonaan tai heidän lähtötiedoissaan oli puutteita, joten heidän tuloksensa poistettiin tämän työn aineistosta. Analyysiin sisällytettiin 26 koeryhmän henkilöä ja 24 kontrolliryhmän henkilöä. Mittaukset suoritettiin koehenkilöille keskimäärin kolmen päivän kuluttua vamman saamisesta.

5.2 Mittausmenetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin tekemällä tasapainoa mittaavat testit HUR LAB:n tietokonepohjaisen voimalevyn avulla. Tässä tutkimuksessa käytettiin iBalance Smart Combo –voimalevyä ja ohjelmistoa. Kokonaisuus koostuu tietokoneesta, sen ohjelmistosta ja irrallisesta voimalevystä sekä voimalevyn päälle asetettavasta pehmeästä tasapainotyynystä. Laite mittaa kehon huojuntaa. Mittaukset tehtiin kokeeseen osallistuneille henkilöille 1–5 päivän sisällä vamman saamisesta.

Mitattava seisoo voimalevyn päällä ilman kenkiä 30 sekunnin ajan neljässä eri staattisessa tasapainoa mittaavassa asennossa: pystyasennossa jalat yhdessä kovalla alustalla silmät auki ja silmät kiinni sekä pystyasennossa jalat yhdessä pehmeällä alustalla silmät auki ja kiinni. Laite mittaa jokaisessa asennossa kehon huojunnan pituutta, pinta-alaa, nopeuden keskihajontaa ja nopeutta. Huojunnan pituus kuvaa kuinka pitkä on matka, jonka henkilö huojuu. Huojunnan pinta-ala kuvaa kuinka suurella pinta-alalla henkilö huojuu eli kuinka suurella alueella liike tapahtuu origoon verrattuna. Huojunnan nopeuden keskihajonta kuvaa mikä on nopeuden keskihajonta. Huojunnan nopeus kuvaa sitä kuinka nopeaa on kehon massan painopisteen (centre of pressure, COP) liike.

Seisominen pystyasennossa jalat yhdessä kovalla alustalla silmät auki (SAKAJK) – testissä mitattava seisoo 30 sekuntia voimalevyllä ilman kenkiä pyrkien mahdollisimman vähäiseen kehon huojuntaan. Testi mittaa henkilön staattista tasapainoa pystyasennossa. Kovalla alustalla jalat yhdessä ja silmät auki seistessä henkilö pystyy käyttämään tasapainon hallintaan tasapainoistia, tuntoaistia sekä näköaistia.

Seisominen pystyasennossa jalat yhdessä kovalla alustalla silmät kiinni (SKKAJK) – testi toteutetaan samoin kuin edellinen testi, mutta mitattava pitää silmät kiinni testauksen ajan. Myös tämä testi mittaa henkilön staattista tasapainoa pystyasennossa. Poik-

keuksena edelliseen testiin testattava ei pysty käyttämään tasapainon apuna näköaistia.

Seisominen pystyasennossa jalat yhdessä pehmeällä alustalla silmät auki (SAEAJK) – testissä mitattava seisoo 30 sekuntia voimalevyn päällä olevalla pehmeällä tasapainotyynyllä ilman kenkiä pyrkien mahdollisimman vähäiseen kehon huojuntaan. Testi mittaa henkilön staattista tasapainoa pystyasennossa, kun jalkapohjien tuntoaistia häiritään pehmeällä alustalla.

Seisominen pystyasennossa jalat yhdessä pehmeällä alustalla silmät kiinni (SKEAJK) – testi toteutetaan samalla tavalla kuin edellinen testi, mutta mitattava pitää silmät kiinni. Tässä testissä mitattava pystyy käyttämään häiriöttä ainoastaan tasapainoaistia kun näköaistin käyttö on estetty ja tuntoaistia häiritään pehmeän alustan avulla.

5.3 Analyysimenetelmät

Tutkimusaineiston analyysissä käytettiin SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 21 for Windows tilastomenetelmä-ohjelmaa. Tutkittavien ryhmien välisiä eroja testattiin riippumattomien ryhmien t-testillä. Muuttujista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Tilastollisesti merkitsevän tuloksen rajana käytettiin viittä prosenttia ($p < .05$).

6 Tulokset

Koeryhmän mittaukset tehtiin keskimäärin 2,58 päivän sisällä vamman sattumisesta vaihteluvälin ollessa 1–5 päivää. Taulukossa 1 kuvataan tutkittavien sukupuoli- ja ikäjakauma. Näiltä osin ryhmät eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi toisistaan.

Taulukko 1. Koe- ja kontrolliryhmän sukupuoli- ja ikäjakauma

	Koeryhmä (n=26)					Kontrolliryhmä (n=24)					p- arvo
	n	ka	kh	min	max	n	ka	kh	min	max	
Miehiä	13					14					
Naisia	13					10					
Ikä	26	42.31	14.24	18	74	24	40.46	13.15	24	68	.635

n = lukumäärä, ka = keskiarvo, kh = keskihajonta, min = pienin arvo, max = suurin arvo

Koeryhmän vammamekanismit jaettiin viiteen pääryhmään. Ne ja niiden prosentuaaliset osuudet on luettavissa taulukossa 2. Kaatumiset ja putoamiset aiheuttivat yli puolet tutkittavien vammoista.

Taulukko 2. Koehenkilöiden vammamekanismit

Vamman aiheuttaja	n	%
Kaatuminen/putoaminen	14	53.9
Liikenneonnettomuus	6	23.1
Urheilutapaturma	3	11.5
Esineet ja koneet	2	7.7
Muu	1	3.8
Yhteensä	26	100

Tasapainomittausten tulokset esitetään taulukossa 3, josta on luettavissa neljässä eri testissä mitattujen neljän eri muuttujan keskiarvot, keskihajonnat ja tilastollinen merkitsevyys.

Taulukko 3. Koe- ja kontrolliryhmän tasapainotestauksen tulokset, keskiarvo ja keskihajonta

	Koeryhmä (n=26)	Kontrolliryhmä (n=24)	
Testi	ka (kh)	ka (kh)	p-arvo
Silmät auki, kova alusta, jalat yhdessä, testi (SAKAJK)			
Huojunnan pituus	330.99 (107.95)	295.85 (61.71)	.161
Huojunnan pinta-ala	226.06 (70.70)	208.43 (127.09)	.553
Huojunnan nopeuden keskihajonta	6.24 (1.86)	5.59 (1.46)	.176
Huojunnan nopeus	11.03 (3.60)	9.86 (2.06)	.162
Silmät kiinni, kova alusta, jalat yhdessä, testi (SKKAJK)			
Huojunnan pituus	682.30 (328.34)	611.13 (161.29)	.331
Huojunnan pinta-ala	663.03 (374.20)	535.28 (251.77)	.161
Huojunnan nopeuden keskihajonta	13.17 (6.54)	11.45 (3.47)	.247
Huojunnan nopeus	22.74 (10.95)	20.37 (5.38)	.332
Silmät auki, pehmeä alusta, jalat yhdessä, testi (SAEAJK)			
Huojunnan pituus	418.26 (128.41)	366.41 (78.40)	.090
Huojunnan pinta-ala	369.14 (125.63)	277.34 (116.66)	.010*
Huojunnan nopeuden keskihajonta	7.99 (2.72)	6.85 (1.46)	.069
Huojunnan nopeus	13.94 (4.28)	12.21 (2.61)	.089
Silmät kiinni, pehmeä alusta, jalat yhdessä, testi (SKEAJK)			
Huojunnan pituus	1083.92 (444.08)	997.95 (235.15)	.393
Huojunnan pinta-ala	1238.44 (577.93)	1081.69 (354.07)	.250
Huojunnan nopeuden keskihajonta	22.34 (11.04)	19.39 (4.37)	.216
Huojunnan nopeus	36.13 (14.80)	33.26 (7.84)	.392

* $p < 0.05$, n = lukumäärä, ka = keskiarvo, kh = keskihajonta

Tulosten perusteella pystytään toteamaan, että ryhmät erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ainoastaan huojunnan pinta-alan osalta testissä, joka suoritettiin silmät auki, pehmeällä alustalla ja jalat yhdessä ($p = .010$).

7 Pohdinta

Työn tarkoituksena oli tarkastella lievän aivovamman suhdetta pystyasennon hallintaan ja selvittää, onko lievän aivovamman saaneilla henkilöillä eroa tasapainossa kontrolliryhmään verrattuna 1–5 päivää vamman saamisesta. Tulosten perusteella ryhmät erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ainoastaan huojuunnan pinta-alan osalta testissä, joka suoritettiin silmät auki, pehmeällä alustalla ja jalat yhdessä. Samassa testissä päästin myös muiden muuttujien osalta lähelle tilastollisesti merkittävää tulosta ($p=.069-.090$), muuttujien erojen ollessa 14–17 %.

Tiedetään, että tasapaino palautuu vammaa edeltäneelle tasolle 3–5 päivässä (Guskiewicz 2001: 184–185; Ruhe ym. 2014: 431). Guskiewiczin johdolla vuonna 2001 suoritettua testissä vertailtiin SOT tasapainotestistöllä lievän aivovamman saaneiden tasapainoa terveisiin. Tuloksissa on merkittävä ero ryhmien välillä, kun tasapainoa mitattiin heti vamman jälkeen. Merkittävä ero säilyy vielä kolme päivää vamman jälkeen. Viidentenä päivänä vamman jälkeen mitattuna ero ei ole enää merkittävä. (Guskiewicz 2001: 185.) Jorvin tutkimuksessa osalla koehenkilöistä oli lievän aivovamman saamisesta kulunut enemmän kuin kolme päivää tasapainotestejä tehdessä. Mahdollisesti heidän tasapainonsa oli jo palautunut vammaa edeltäneelle tasolle.

Jorvin testissä tilastollisesti merkittävä tulos löytyi pehmeällä alustalla silmät auki tehdyssä testissä, vaikka tiedetään, että varsinkin BESTtest:n testiasento, jossa henkilö seisoo silmät kiinni pehmeällä alustalla, on haastava, jos henkilöllä on vestibulaarijärjestelmän ongelmia. BESTtest on tasapainotesti joka on kehitetty erottelemaan mahdollisia tasapainohäiriöiden syitä. Testissä on kuusi eri osiota, joissa testataan eri tasapainoa ylläpitävien systeemien toimintaa. Testin viides osio – CTCIB – mittaa sensorista orientaatiota eli muuttuvan visuaalisen ja somatosensorisen informaation vaikutusta huojuuntaan. Koehenkilö seisoo 20 sekuntia eri asennoissa ja suoritukset pisteytetään (Horak ym. 2009: 485–487.)

Ryhmien sukupuoli- ja ikäjakauma oli jokseenkin sama, mutta tutkittujen muista ominaisuuksista ei ollut tarkempaa tietoa, joten taustamuuttujista saattaisi löytyä jotakin merkittävää tulosten kannalta, esim. pituus, paino tai kuntotaso. Jos kontrolliryhmä olisi ikä- ja sukupuolivakioitu koeryhmän mukaan, tulokset saattaisivat erota saaduista tuloksista ryhmien välillä.

Mahdollisesti suurempi tutkittavien joukko olisi saattanut tuoda tilastollisesti merkittäviä eroja tuloksiin. Jokaisella yksilöllä on oma, henkilökohtainen, vaihteluväli tasapainossa eli yksilön normaaliin tasapainoon kuuluu tasapainon ”heilahtelu”. Myös yksilön sisäinen tila, kuten vireyden taso, mahdollinen univaje tai alaraajojen lihasten ominaisuudet sekä ulkoiset olosuhteet kuten valaistus, äänet, vuorokauden aika tms. vaikuttavat herkästi tasapainoon. Eri yksilöiden tulosten keskinäinen vertailu ei välttämättä anna luotettavaa tulosta tietyn yksilön tasapainon vaihtelusta. Testit eivät ole vertailukelpoisia eri yksilöiden välillä, mikäli yksilön tasapainon normaali vaihteluväli on suuri. On tärkeää selvittää, mikä on testituloksessa merkittäväksi todettava muutos, ja mikä taas on yksilön tasapainon normaalia vaihtelua. (Pagnacco – Carrick – Wright – Oggero 2014: 1.) Tasapainon viitearvoja ei ole tällä hetkellä saatavissa.

Olemassa olevan kirjallisuuden perusteella on syytä olettaa, että lievän aivovamman jälkeen osa ihmisistä kärsii tasapainon vaikeuksista. Tasapainon testaamiseen on olemassa useita testipatteristoja. Lievän aivovamman aiheuttamien tasapaino-ongelmien arvioinnissa käytetyin testi on voimalevyllä tehtävä SOT-testi, joka on suhteellisen luotettava (näytön aste B) (Ruhe ym. 2014: 428). Testissä arvioidaan tasapainoon vaikuttavan visuaalisen, somatosensorisen ja vestibulaarisen informaation toimintaa.

Edellä mainitussa Horakin BESTtest:ssä asennot ovat CTCIB-osiossa osittain samat, kuin Jorvin testissä eli silmät auki tai kiinni sekä alusta joko kova tai pehmeä. Jorvin testissä siis tutkitaan oikeaa asiaa, mutta – ainakin osittain – liian myöhään ja liian pienellä joukolla. On myös mahdollista, että lievän aivovamman mekanismeista ja vaikutuksesta tasapainoon ei vielä tiedetä tarpeeksi. Vuonna 2011 julkaistussa Guskiewicz et al. johtamassa tasapainotutkimuksessa sadalle urheilijalle tehtiin ensin baseline mittaukset ja lievän aivovamman saamisen jälkeen uudet testit. Koehenkilöt raportoivat itse subjektiiviset oireensa, minkä lisäksi heille tehtiin neuropsykologisia testejä. Tasapainoa arvioitiin voimalevyn avulla suoritettulla SOT -testillä. Mielenkiintoista on, että lievän aivovamman saaneet koehenkilöt kokivat subjektiivisesti enemmän tasapaino-oireita, kuin mitä testeissä pystyttiin mittaamaan (Guskiewicz – Register-Mihalik 2011: 447). Eli edellä esitetyn perusteella on aiheellista miettiä onko SOT -testi ollut tarpeeksi tarkka erottamaan tasapainohäiriöitä.

Tasapainon mittausta voimalevyn avulla käytetään yhtenä objektiivisena mittarina, kun arvioidaan urheilijalle turvallista aikaa palata takaisin kentälle (Gao – Hu – Buckley – White – Hass 2011: 1; Ruhe ym. 2014: 427–428). Tasapaino on vain yksi aspekti, kun

tutkitaan lievän aivovamman saanutta henkilöä. Se ei välttämättä aina heikkene lievän aivovamman jälkeen, joten sen mittausta on käytettävä vain osana diagnostiikkaa. Yksinään se ei ole luotettava mittari tutkittaessa vamman saanutta henkilöä. (Ruhe ym. 2014: 431.) Jos olisi haluttu selvittää koehenkilöiden palautumista lievästä aivovammasta, olisi tullut myös perehtyä heidän neuropsykologisiin testeihinsä ja selvittää, mitä niissä oli nähtävissä. Tämä olisi kuitenkin laajentanut työn aihealuetta.

Tutkimustietoa on siitä, että mittauksia voi myös suorittaa halvemmilla, wii-peleissä käytettävillä laudoilla (Chang – Levy – Seay – Goble 2014: 260–261). Tämä voisi mahdollistaa myös ns. ”ruohonjuuritason” baseline -mittaukset ja sitä kautta edistäisi lievien aivovammojen mahdollisimman tehokasta diagnosointia ja hoitoa. Tämä olisi myös kiinnostava tutkimuksen kohde.

Vaikka tässä työssä käytetyillä testimenetelmillä ei havaittu merkittäviä muutoksia tasapainossa lievän aivovamman saaneiden potilaiden ryhmässä, se ei silti tarkoita etteivätkö lievät aivovammat saattaisi aiheuttaa potilaille kliinisesti merkittävää haittaa. Jos urheiluun ja rasitukseen palataan liian aikaisin, on riskinä mahdollisesti uuden lievän aivovamman saaminen, josta taas voi seurata muun muassa pitkittynyt kognitiivisten kykyjen alentuminen tai aikaisempi Alzheimerin taudin puhkeaminen (Gao ym. 2011: 1; Ruhe ym. 2014: 427–428; Luoto ym. 2014: 1056). Myös niin kutsuttu Second impact -oireyhtymä on riskinä toistuvissa lievissä aivovammoissa. Tämä tarkoittaa harvinaista tilaa, jossa ensimmäisen vamman toipumisvaiheessa saatu uusi vamma laukaisee aivoissa hallitsemattoman turvotuksen, joka lopulta johtaa kuolemaan. (Gao ym. 2011: 1; Luoto ym. 2014: 1056; Ruhe ym. 2014: 427–428.)

Tulevaisuudessa tulisi keskittyä tutkimaan tarkemmin lievän aivovamman saaneita yksilöitä eikä niinkään vertailemaan ryhmätasolla lievän aivovamman saaneita terveisiin kontrolliryhmäläisiin. Luotettavamman tuloksen saamiseksi tasapainotestaus olisi pysyttävä suorittamaan mahdollisimman pian vamman jälkeen ja viimeistään 72 tunnin kuluessa.

Työn aiheeseen syventymisen jälkeen heräsi kiinnostus lievän aivovamman jälkeisen kuntoutuksen suunnitteluun ja toteutukseen. Olisi erittäin mielekästä selvittää edelleen, miten lievän aivovamman aiheuttamien tasapaino-ongelmien kuntoutukseen tulisi suhtautua ja mitkä fysioterapia-menetelmät tuottaisivat potilaille parhaan hyödyn. Oikea hoito, kuten levon määrä, olisi hyvä arvioida heti vamman sattumisen jälkeen. Lievän

aivovamman saaneilla ei ole välttämättä tasapaino-ongelmia normaalissa arjessa, mutta ongelmat saattavat provosoitua rasituksessa. Tästä aiheesta ei vielä ole tarpeeksi tietoa, vaikka aihe varmasti on tärkeä ja ajankohtainen siinä valossa, mitä jo tiedetään lievän aivovamman mahdollisista vaikutuksista. On tärkeää, että lievät aivovammat nähdään nykyään itsenäisenä tärkeänä tutkimuskohteena.

Lähteet

Aivovammat 2008. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Neurologinen yhdistys ry:n, Societas Medicinae Phycicalis et Rehabilitationis Fenniae ry:n, Suomen Neurokirurgisen Yhdistyksen, Suomen Neuropsykologisen Yhdistyksen ja Suomen vakuutuslääkärien yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Verkkodokumentti <[www. kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)> Luettu 27.3.2015.

Broglio, Steven P. – Macciocchi – Ferrara, Michael S., Stephen N. 2007. Sensitivity of the concussion assessment battery. *Neurosurgery* 60 (6). 1050–1058.

Cancelliere, Carol – Kristman, Vicki L. – Cassidy, J. David – Hincapie, Cesar A – Cote, Pierre – Boyle, Eleanor – Carrol, J. Linda – Stålnacke, Britt-Marie - Nygren de Bous-sard, Catharina , Jörgen 2014. Systematic Review of Return to Work After Mild Trau-matic Brain Injuty: Results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Archives of Physi-cal Medicine and Rehabilitation* 95(3 Suppl 2). 201–209.

Carr, Janet – Shepherd, Roberta 2000. *Movement Science, Foundations for Physical Therapy in Rehabilitation*. Maryland: Aspen Publishers.

Cassidy, J David – Cancelliere, Carol - Carrol, J. Linda – Cote, Pierre – Hincapie, Ce-sar A – Holm, Lena W. – Hartvigsen, Jan – Donovan, James – Nygren de Boussard, Catharina – Kristman, Vicki L. – Borg, Jörgen 2014. Systematic Review of Self-Reported Prognosis in Adults After Mild Traumatic Brain Injury: Results of the Interna-tional Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 95(3 Suppl 2). 132–151.

Chang, Jasper O. – Levy, Susan S. – Seay, Seth W. – Goble, Daniel J 2014. An Alter-native to the Balance Error Scoring System: Using a Low-Cost Balance Board to Im-prove the Validity/ Reliability of Sports-Related Concussion Balance Testing. *Clin J Sport Med* 24 (3). 256–262.

Ernvall, Reijo – Ernvall, Sirpa 2002: *Tilastollisia menetelmiä sosiaali- ja terveysalalle*. Helsinki: WSOY.

Field Andy 2009: *Discovering statistics using SPSS*. Chennai: C&M Digital (P) LTD.

Gao, Jianbo – Hu, Jing – Buckley, Thomas –White, Keith – Hass, Chris 2011. Shannon and Renyi Entropies to Classify Effects of Mild Traumatic Brain Injury on Postural Sway. *Plos One* 6 (9). 1–8.

Gurley, James M. – Hujsak, Bryan D. – Kelly, Jennifer L. 2013. Vestibular Rehabilita-tion Following Mild Traumatic Brain Injury. *Neuro Rehabilitation* 32 (2013). 519–528.

Guskiewicz, Kevin M. 2001. Postural Stability Assessment Following Concussion: One Piece of the Puzzle. *Clin J Sport Med*. 11 (3). 182–189.

Guskiewicz, Kevin M. 2003. Assessment of Postural Stability Following Sport-related Concussion. *Current Sports Medicine Reports*. 2 (1). 24–30.

Guskiewicz, Kevin M. – Register-Mihalik, Johna K. 2011. Postconcussive Impairment Differences Across a Multifaceted Concussion Assessment Protocol. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation* Vol 3 (10). 445–451.

Horak, Fay B. – Wrisley, Ciane M. – Frank, James 2009. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Journal of the American Physical Therapy Association* 89 (5). 484–498.

Jagnoor, Jagnoor – Cameron, Ian D. 2014. Traumatic Brain Injury – support for injured people and their carers. *Australian Family Physician* 43 (11). 758–763.

Kauranen, Kari 2011. Motoriikan säätely ja oppiminen. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.

Lindstam, Sirkku – Ylinen, Aarne (toim.) 2012. Aivovammojen kuntoutus. Helsinki: Duodecim.

Luoto, Teemu – Hokkanen, Laura – Vartiainen, Matti – Hänninen, Timo – Tuominen, Markku – Parkkari, Jari – Öhman, Juha. 2014. Aivotärähdykset urheilussa. *Suomen Lääkärilehti* 69 (14). 1055–1061.

McCrory, Paul – Meeuwisse, Willem H. – Aubry, Mark – Cantu, Bob – Dvořák, Jiri – Echemendia, Ruben J. – Engebretsen, Lars – Johnston, Karen – Kutcher, Jeffrey S. – Raftery, Mark – Allen, Sills – Benson, Brian W. – Davis, Gavin A. – Ellenbogen, Richard G. – Guskiewicz, Kevin – Herring, Stanley A. – Iverson, Grant L. – Jordan, Barry D. – Kissick, James – McCrea Michael – Maddocks, David – Makdissi, Michael – Purcell, Laura – Putukian, Margot – Schneider, Kathryn – Tator, Charles H. – Turner, Michael 2012. Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich 2012. *British Journal of Sports Medicine*. 47 (5). 250–258.

Metsämuuronen, Jari 2007: Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy.

Pagnacco, Guido – Carrick, Frederik R. – Wright, Cameron H.G. – Oggero, Elena 2014. Between-subjects differences of within-subject variability in repeated balance measures: Consequences on the minimum detectable change. *Gait & Posture* (Article in press). 1–5.

Roivas, Marianne – Karjalainen, Anna Liisa 2013: Sosiaali- ja terveystieteen viestintä. Helsinki: Edita.

Ruhe, Alexander – Fejer, René – Gänsslen, Axel – Klein, Wolfgang – 2014. Assessing Postural Stability in the Concussed Athlete: What to Do, What to Expect, and When. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* 6 (5). 427–433.

Saarela, Osmo 2014. Aivotärähdys ja pään vammat (aikuiset). Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Verkkodokumentti <www.terveyskirjasto.fi> Luettu 27.3.2015

Shumway-Cook, Anne – Woollacott Marjorie H. 2012. Motor Control, Translating Research into Clinical Practice. Fourth edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

